

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ТВШТСБ

**Кафедра біотехнології та біоінженерії
Спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія»
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»**

«Допустити до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

«Рекомендувати до захисту»

Зав.кафедри _____ Сергій ЛУГОВИЙ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

**ОСОБЛИВОСТІ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СИРУ БРІ
(BRIE) З ВИКОРИСТАННЯМ ЦВІЛЕВИХ ГРИБІВ РОДУ
*PENICILLIUM CANDIDUM***

04.02. – КР.48-О.23 0309.009

Виконавець:

Здобувач вищої

Освіти IV курсу _____ Костянтин ПЕХЛАК

Науковий керівник:

доцент _____ Олена ЮЛЕВИЧ

Рецензент:

Доцент _____ Олена КАРАТЄЄВА

Миколаїв – 2023

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД	7
1.1. Історія створення м'яких сирів з пліснявою	7
1.2. Склад та властивості сирів Брі	9
1.3. Фактори, що впливають на процес формування м'яких сирів з пліснявою	11
1.3.1 Склад молока та режими його підготовки	12
1.3.2. Кислотне та сичужне зсідання молока	14
1.3.3. Склад заквасочних культур, що застосовують при виробництві м'якого сиру	15
1.3.4. Умови самопресування м'якого сиру	16
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ	17
2.1. Місце та об'єкт дослідження	17
2.2. Методика виконання роботи	19
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	23
3.1. Оцінка властивостей молока для виготовлення м'якого сиру	23
3.2. Вплив температури пастеризації на склад та фізико-хімічні властивості молока	24
3.3. Особливості кислотно-сичужного згортання молока	27
3.4. Вплив умов дозрівання молока на органолептичні показники м'якого сиру	33
3.5. Умови внесення плісняви <i>Penicillium Candidum</i> при виготовленні сиру Брі	36
3.6. Технологічна схема отримання сиру Брі	37
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	40
ВИСНОВКИ	43

ПРОПОЗИЦІЇ

45

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

46

РЕФЕРАТ

Тема випускної кваліфікаційної роботи: «Особливості біотехнології виготовлення сиру брі (brie) з використанням цвілевих грибів роду *Penicillium Candidum*». Робота виконувалась на базі підприємства ПРАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Випускна кваліфікаційна робота виконана на 48 сторінках друкованого тексту. Вона включає наступні розділи: реферат, вступ, літературно-патентний огляд, матеріали і методи проведення експериментів, розрахункову частину, розділ «Охорона праці», висновки та пропозиції, перелік літератури. Для написання випускної кваліфікаційної роботи було застосовано 27 бібліографічних джерел. Робота містить 5 рисунків, 10 таблиць.

Об'єктом досліджень є аналіз особливостей біотехнології отримання м'якого сиру Брі з пліснявою залежно від умов дозрівання і пастеризації молока. Предметом даної роботи були фізико-хімічні властивості та склад сирого і пастеризованого за різних умов молока, бактеріальні закваски, м'який сир Брі. Методи досліджень: склад та фізико-хімічні показники молока, кількість мікрофлори, органолептична оцінка сиру.

Розроблено схему виробництва сиру Брі з дозріванням молока, що відбувається одночасно з внесенням частини закваски, а також додатковою обробкою сиру рідким розчином препарату грибів *Penicillium Candidum* за рахунок обприскування головок сиру в процесі самопресування. На підставі проведених досліджень було встановлено, що застосування бактеріального препарату забезпечує підвищену чисельність життєздатних клітин молочнокислих бактерій та їх активність, покращує органолептичні властивості готового продукту. Додаткове застосування препарату грибів *Penicillium Candidum* дозволяє прискорити процес утворення плісняви на поверхні сиру, в процесі його дозрівання шар плісняви рівномірно розташовується по головці сиру, набуває бархатистості і при зберіганні утворює ніжну скоринку.

ВСТУП

У сучасних умовах господарювання збільшення попиту на різні види сиру стимулює розвиток молокопереробної та торговельної галузей, діяльність яких зумовлює процес формування і функціонування ринку сиру.

Молочні продукти займають вагоме місце у світових ресурсах продовольчої продукції. Попит на молочні продукти у світі знаходиться на високому рівні, цим обумовлено їх виробництво в 191 країні світу. Пояснюється це корисністю і незамінністю іншими продуктами харчування. Молочні продукти в щоденному раціоні займають найбільшу питому вагу і складають 1,6 кг на 1 особу або 56,6%. Молочна галузь України є однією з основних в агропромисловому комплексі, а виробництво сиру вважається її вагомою складовою. У структурі молокопереробної галузі країни виробництво сиру становить близько 10% [17].

Сири займають одне з важливих місць у харчуванні людини як найкорисніший білковий продукт. Легка засвоюваність зробила цей продукт незамінним у раціоні дорослих та дітей. За даними різних джерел, зростаючою популярністю користуються сири, що мають пряний і насичений смак. Особливе місце займають сири, що дозрівають за участю цвілевих грибів [10].

В останнє десятиліття в Україні простежується збільшення споживання сирів, які дозрівають за участю плісняви. Виробництво сирів з пліснявою є високорентабельним порівняно з виробництвом твердих сирів меншими витратами сировини для виготовлення одиниці готового продукту [9]. У Європі до 40% вироблених сирів посідають сири м'які, зокрема сири з пліснявою. Завдяки високій біологічній цінності та специфічним органолептичним показникам, частка таких сирів у загальному обсязі виробництва зростає у світі з кожним роком. За оцінками експертів, сири з білою поверхневою пліснявою становлять приблизно 7-8% обсягу виробництва сирів у Європі та 2-3 % від світового виробництва. Тільки у Франції сирів з білою поверхневою пліснявою виробляють понад 300 тис. тонн на рік [19].

Один із найпопулярніших та найвідоміших видів сирів у світі – це сир Бри, якій одержують з використанням цвілевих грибів *Penicillium*, характеризується специфічними органолептичними показниками, а саме добре вираженим сирним і грибним смаком і ароматом. Під впливом цих грибів сир набуває своєї характерної білої пухнастої шкірки і розвиває неповторний аромат та смак. Але невірне використання цвілі може призвести до небажаних наслідків, таких як неправильний розвиток плісняви, зміна смакових характеристик або недостатнє дозрівання сиру [25].

Основним недоліком сирів із пліснявою, що виробляються в Україні, залишається нестабільність органолептичних показників та недосконалість технології їх виробництва. Тому виникає необхідність у вдосконаленні технологій виробництва сирів із пліснявою та у розробці нових технологій з метою підвищення показників якості та безпеки, а також зменшення собівартості їх виробництва.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД

1.1. Історія створення м'яких сирів з пліснявою

Сир є найдавнішим харчовим продуктом, чиє походження, яке передувало письмовій історії, як передбачається, лежить в технології трансформації певних видів молока в сирні голови, зроблені з використанням сичужних ферментів, отриманих з шлунка (сичуга) жуйних тварин. До цих пір не існує переконливих свідчень, які вказують на те, де саме зародився технологічний процес виготовлення сиру (сироваріння) в Європі, Центральній Азії, на Близькому Сході чи Сахарі [19].

Найбільш ранні свідчення про виготовлення сиру в археологічній літописі датуються 5500 роком до н. е. На території сучасної Польщі виявлені сита, на яких виявлені молекули молочних жирів. Найстарші передбачувані терміни початку виготовлення сиру відносять до 8000 до н. е., коли вперше були одомашнені вівці. Шкури і внутрішні органи вбитих тварин людина використовує з давніх часів. Ймовірно, процес утворення сиру був виявлений випадково в процесі використання шлунка жуйних тварин як ємності для зберігання молока, в результаті під дією сичужних ферментів молоко перетворювалося на сир і сироватку [24, 25].

Існує кілька варіантів легенди про те, що сир відкрили арабські кочівники, що використали описаний вище метод для зберігання молока. Згідно давньогрецьких міфів, традиція сироваріння поширилася в Європі в античні часи – ще давньогрецький герой Арістеус володів мистецтвом виготовлення сиру задовго до того, як грекам стало відомо вино. За свідченням Плінія Старшого виготовлення сиру стало складним підприємством того часу і з'явилося на світ за межами Стародавнього Риму, куди цінні іноземні сири були доставлені, щоб задовольнити смаки римської еліти.

Перша документальна згадка про делікатесні сири з скоринкою з білої цвілі датується 774 р. і пов'язана з ім'ям Карла Великого. Тоді король франків і лангобардів вперше дегустував незнайому страву і виніс вирок: «Я тільки що випробував одну з найбільш вишуканих страв». Оскільки найвищої похвали удостоївся витвір сироварів французької провінції Брі, то саме він почав носити аналогічне ім'я. Згодом своєю пристрасстю до сиру Брі прославилися і багато інших вінценосних осіб, які правили у Франції XII- XVI ст., завдяки чому за ним назавжди закріпилося стійке прізвисько «сир королів» [19].

Брі здавна вважався королівським десертом. Бланка Наваррська, графиня Шампанська, часто посилала білу голівку сиру як дорогоцінний подарунок королю Філіппу-Августу. У 1217 році король Філіпп-Август визнав сир настільки чудовим, що надіслав двісті порцій Брі всім членам двору як новорічні подарунки. Весь королівський двір був у захваті від смаку та аромату сиру, тому до кожного свята з нетерпінням чекав на черговий запліснявілий подарунок. Відомий поет Есташ Дешам був любителем сиру, але не Франції; він сказав: «Брі – єдина хороша річ, яка виходить із цієї країни» [25].

Своєї любові до Брі не приховували також Генріх IV і королева Марго. Особливість Брі полягає в блідому кольорі з ледь вловимими сіруватими вкрапленнями. Ніжна текстура м'якоті покрита шаром благородної цвілі *Penicillium camemberti* або *Penicillium candidum*. Найчастіше продукт виготовляють у формі коржика діаметром до 60 сантиметрів та завтовшки до 5 сантиметрів. Пліснява скоринка характеризується яскраво вираженим аміачним ароматом, а сам сир віддає легким запахом нашатирю, але це не впливає на його смак чи поживні властивості. У молодого Брі ніжний м'який смак. Чим старший сир, тим більше гострих та пряних ноток у його смаковій палітрі. Ще одне правило, яке застосовується до Брі – гострота сиру залежить від розміру коржика. Чим вона тонша – тим гостріший продукт. Сир виготовляють у промислових масштабах у будь-яку пору року. Його відносять до так званих універсальних французьких сирів [25].

Титулом «короля сирів» Брі, згідно з історичними легендами, нагороджувався кілька разів. Однак у високої популярності завжди є оборотна сторона. Для Брі нею став сплеск настільки глобального інтересу до особистості благородної цвілі, що ферментовані за її допомогою сири стали виробляти не тільки далеко за межами однойменної провінції, але і взагалі за межами Франції. При цьому майже кожен новий виробник гордо давав своєму дітищу славне ім'я знаменитого делікатесу. Це довгий час викликало безсилий гнів у майстрів, які є справжніми хранителями традицій його виготовлення [24].

Вирішити конфліктну ситуацію допоміг лише утворений при Міністерстві сільського господарства Франції Національний інститут походження і якості, розробивши систему сертифікації контролю достовірності походження для всіх можливих продуктів. У 1980 р. під захист відповідних документів були взяті два оригінальних виду Брі, вироблені за ретельно збереженими старовинними технологіями в містечках Мо і Мелен (департамент Сена і Марна). Саме вони і є визнаним еталоном смаку, за який Брі отримав своє королівське звання [27].

1.2. Склад та властивості сирів Брі

Останніми роками в Україні простежується збільшення споживання сирів, які дозрівають за участю плісняви. Виробництво сирів із пліснявою є високорентабельним у порівнянні з виробництвом твердих сирів, що пояснюється меншими витратами сировини на виготовлення одиниці готового продукту. У Європі до 40% вироблених сирів посідають м'які сири, зокрема сири з пліснявою. Завдяки високій біологічній цінності та специфічним органолептичним показникам, частка таких сирів у загальному обсязі виробництва зростає у світі з кожним роком [10, 27].

Сири, які отримують з використанням пліснявих грибів, характеризуються специфічними органолептичними показниками, а саме добре вираженим сирним і грибним смаком і ароматом з наявністю гостроти та

перечності, злегка солонуваті, ніжною маслянистою або крихкою консистенції, з розподіленими прожилками, на поверхні – ніжна, блискуча скоринка [8].

Останнім часом сири з пліснявою користуються все більшою популярністю. Це пояснюється цілою низкою їх переваг: короткі терміни дозрівання, можливість забезпечення високого рівня механізації, присутність у вільному вигляді всіх незамінних амінокислот.

Сировина цих сирів згортається за нормальної температури 30°C. Після цього сирну масу акуратно витрушують у викладену матерією форму і закривають дерев'яною пластиною. Потім для кращого стікання сироватки сирні кола періодично повертають. Через один-два тижні сирну масу виймають із форми і перевертають, щоб сироватка продовжувала стікати. Таким чином, виходить неварена і непересована сирна маса, яку натирають кухонною сіллю і проколюють довгими голками з грибками плісняви, що сприяє розвитку цвілевих прожилок усередині сиру [6, 7].

Брі зазвичай містить від 60% до 75% вершкового жиру, трохи більше, ніж Камамбер. Для сирів, вироблених із пліснявими грибами *Penicillium*, характерна наявність сполук глибокого гідролізу частини білкової та ліпідної фракцій молока. М'які сири з пліснявою відрізняються значним вмістом у них вільних амінокислот та вільних жирних кислот, серед яких присутні майже всі види незамінних. Встановлено, що підібрані плісняви, розвиваючись у сирі, призводять до утворення різних продуктів розпаду складових частин молока, що впливають на смакові та ароматичні властивості сирів. Це дозволило створити технології групи сирів, що мають специфічні присмаки (грибний, перцевий, пікантний та інші) [8, 15].

Сир Брі є доволі гарним джерелом кальцію. Кальцій сиру Брі добре засвоюється організмом, біодоступність його посилюється за рахунок наявності білків, вітаміну D і фосфору [23].

Існує багато сортів сиру Брі. З групи сирів Брі (Bride Meaux, Brie Montreau і Briede Valois) найбільш відомим є Брі де Кулом'є; це сири, які дозрівають з поверхні, в першу чергу, за рахунок росту плісняви *Penicillium*

Camemberti, яка утворює білу плівку на поверхні сиру. Пізніше ця плівка стає сухою, на ній можуть рости інші плісені чи бактеріальні слизисті культури. З 1980 р. французький Брі, отримав сертифікат контролю автентичності походження (сертифікат АОС), згідно з яким виділяються п'ять класичних сортів, що відрізняються термінами визрівання, розмірами головки (діаметр/висота) та ароматом: Брі де Мо – 25/8 см, пахне грибами. Брі де Мелен – визріває не менше 2 місяців; 24/3,5 см; сорту властивий аромат сіна. Брі де Нанжи – термін дозрівання вбирається у 5 тижнів; 22/3 см; солодкуватий із фруктовим ароматом. Брі де Монтеро – 18/2 см; пружний сир із вершковим ароматом. Брі де Куломьє – визріває 4-8 тижнів; 12/2,5 см; відрізняється жовтуватим кольором і довгим після смаком [11, 16, 18, 23].

Крім класичних сортів існують і інші, в яких за основу беруть молоко кози або буйволиці або змінюють базовий склад, додаючи до рецепту трави, гриби, горіхи.

1.3. Фактори, що впливають на процес формування м'яких сирів з пліснявої

Аналіз класичних варіантів технологічного процесу одержання сирів, що дозрівають з використанням пліснявих грибів, дозволив виділити в ньому основні етапи, пов'язані з регулюванням активності молочнокислого процесу при формуванні продукту: нормалізацію молока, пастеризацію, внесення закваски, водного розчину хлориду кальцію, ферментного препарату та цвілі, суміші, самопресування, формування, посолку, обсушування, нанесення плісняви, дозрівання та упаковку. З урахуванням технологічних особливостей можна виділити основні варіанти вироблення сирів з пліснявими грибами: сири, що дозрівають під дією пліснявих грибів, що розмножуються на поверхні сиру, і сири, що дозрівають з пліснявими грибами, що розмножуються у всій масі сиру [7].

1.3.1 Склад молока та режими його підготовки

Мета підготовки молока – забезпечити необхідні для вироблення сиру склад і властивості молока. Технологія сиру потребує сировини високої якості та сучасних технологічних підходів. Сироварство висуває особливі вимоги до молока за багатьма показниками. Для вмісту соматичних клітин збірного молока вона дещо нижча і становить $3 \cdot 10^5$ - $5 \cdot 10^5$ клітин. Вміст жиру в молоці повинен бути не менш як 3,2 %, а білка – не менш як 3,0%. Вміст кальцію має становити 110-140 мг/100 г, калію – 148 мг/100 г, фосфору – близько 92 мг/100 г.

Підготовка молока до згортання включає наступні технологічні операції: резервування та дозрівання молока, його нормалізацію, пастеризацію нормалізованого молока, охолодження до температури згортання, внесення бактеріальної закваски, хлориду кальцію і сичужного ферменту, резервування молока [11, 20].

Після отримання молока його необхідно доставити на заводи. Тривалість зберігання молока на фермах залежить від їх розмірів, наявності транспорту. На заводах теж існує необхідність накопичення молока, щоб забезпечити безперебійну роботу підприємства. У зв'язку з цим при зберіганні молока треба вживати заходів для запобігання: розмноження шкідливої мікрофлори до небезпечного рівня; небажаних для якості і виходу сиру змін складу і властивостей молока. Щоб забезпечити перераховані вище умови, молоко піддають очищенню на відцентрових молокоочищувачах для видалення механічних забруднень. Після очищення молоко охолоджують до температури від 2 до 8°C і зберігають при цій температурі. Зберігання молока при низьких температурах супроводжується деяким погіршенням фізико-хімічних властивостей молока – з мицел казеїну виходить частина колоїдного фосфату кальцію і цитратів, що послаблює меж міцелярні зв'язки. Це призводить до підвищення стабільності мицел до сичужного згортання, що виражається в його

уповільненні і отриманні в'ялого згустку, до низького синерезису, збільшення втрат жиру і білка [5, 13, 26].

Зниження виходу і якості сиру в наслідок тривалого зберігання при низьких температурах можна уникнути наступними способами:

- попередньою пастеризацією молока перед охолодженням і зберіганням;
- термізацією молока при температурі не вище 65°C;
- внесенням в молоко перед зберіганням молочнокислих бактерій;
- внесенням в молоко після зберігання перед згортанням хлориду кальцію;
- змішуванням молока, що довго зберігалось, зі свіжим молоком.

Мета дозрівання молока – поліпшення його як середовища для розвитку мікрофлори заквасок і молокозідальних ферментів. В процесі дозрівання необхідно:

- інактивувати природні антибактеріальні системи молока;
- гідролізувати частину білків для утворення доступних для мікроорганізмів азотистих сполук;
- знизити окислювально-відновний потенціал;
- перевести частину солей кальцію в розчинний стан;
- частково відновити структуру і склад міцел казеїну, порушених при зберіганні, збільшити розміри казеїнових міцел за рахунок вільних іонів кальцію [10].

Провідну роль в дозріванні молока відіграє мікрофлора, що і відрізняє дозрівання від резервування. В результаті розвитку мікрофлори кислотність молока зростає на 1-2°Т.

Дозрівання молока позитивно впливає на його сиропридатність, значно поліпшується згортання молока сичужним ферментом, що забезпечує отримання згустку необхідної міцності і спрощує його обробку [26].

Існує кілька способів отримання зрілого молока:

1. Дозрівання сирого молока. Спосіб придатний тільки в разі використання сировини високої якості з низьким бактеріальним обсіменінням.

2. Дозрівання термізованого молока. Термізація проводиться при температурі 65°C протягом 25 секунд з наступним охолодженням і додаванням від 0,05 до 0,3% бактеріальної закваски. Гранична кислотність після дозрівання – 20°Т. При використанні молока II класу по редуцтазної пробі молоко обов'язково пастеризують.

3. Визрівання пастеризованого молока. Після пастеризації в охолоджене до температури 20-22°C молоко вносять стрептококову закваску в кількості 0,5-0,8% і витримують при цій температурі не більше години. Потім молоко охолоджують до 10°C і зберігають 8-12 годин. Такий режим створює умови для розвитку молочнокислих стрептококів, внесених з закваскою. Молоко після такого дозрівання не вимагає додаткової пастеризації, його відправляють відразу в сироробну ванну. Гранична кислотність в цьому випадку дозрівання – 22-23°Т.

На практиці найчастіше з метою економії часу і енергетичних ресурсів дозріванню піддають тільки частину молока, у сироробній ванні його змішують з незрілим. При виробництві сирів типу Брі кислотність суміші перед згортанням повинна бути 23-25°Т [12].

1.3.2. Кислотне та сичужне зсідання молока

Вкрай важливим процесом у сироварінні, безперечно, є процес згортання молока завдяки сичужному ферменту. Від властивостей сирної маси, що утворюється, залежать інші процеси виробництва сиру і, зрештою, якість кінцевого продукту. Тому необхідно швидко протягом 50-90 хв (для м'яких сирів) отримати міцну, але легкокороздільну сироватку.

Згортання молока після додавання сичужного ферменту проходить у дві етапи [15].

На першому етапі фермент впливає на молекули χ -казеїну, що стабілізує частинки казеїну. Певні пептидні зв'язки розриваються, що призводить до відщеплення макропептидів. Внаслідок цього в міцелах залишається пара- χ -

казеїн, який втрачає здатність захищати частинки казеїну від злипання. Таким чином, утворюється параказеїн, який переходить у згусток і потім у сирну масу. Параказеїн має меншу молекулярну масу і ізоелектричну точку при рН 5,0-5,2.

На другому етапі нестійкі міцели казеїну коагулюють. Спочатку вони утворюють невеликі агрегати та довгі нитки, які потім з'єднуються, утворюючи просторову сітку або структуру згустку. Тривалість та міцність утворення згустку залежить від багатьох факторів. Якщо в молоці починається кислотне зсідання, то при кислотності до 60-70°Т казеїн випадає в чистому вигляді без солей кальцію. При сичужному зсіданні титрована кислотність має значення 18-23°Т і концентрація іонів водню – рН 6,2. Тоді казеїн випадає в осад з солями кальцію і утворює щільну сирну масу, з якої виготовляють сир. Тому згустки, що створюються в результаті кислотного та сичужного згортання молока, істотно відрізняються один від одного [6, 15, 22].

1.3.3. Склад заквасочних культур, що застосовують при виробництві м'якого сиру

В основі виробництва сиру використовується ферментативно-мікробіологічний процес, перебіг якого залежить від складу мікроорганізмів закваски.

У молоко перед зсіданням вносять бактеріальні закваски і бактеріальні препарати. Заквашувальна мікрофлора відіграє багатофункціональну роль у виробництві сирів. По-перше, вона спричинює молочнокисле бродіння, яке формує смак і текстуру продукту; по-друге, продукує протеолітичні ферменти, що розщеплюють білки, накопичують низькомолекулярні пептиди та вільні амінокислоти, що впливає на смак сирів та підвищує їх засвоюваність і біологічну цінність; по-третє, продукує ліполітичні та інші ферменти з подальшим гідролізом жирів з утворенням вільних жирних кислот, біохімічними перетвореннями з формуванням смако-ароматичних сполук – діацетилу, спиртів, ефірів [8, 12].

Бактеріальні закваски і бактеріальні препарати для виробництва сирів відрізняються якісним і кількісним складом мікрофлори, її активністю, кількістю життєздатних клітин, формою фасування, призначенням і способом використання. У сироварстві застосовують дві основні групи мікроорганізмів: мезофільні (оптимальна температура розвитку 20-40°C) і термофільні (до 45 °C) культури.

До мезофільних лактококів належать лактобактерії видів *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. cremoris* (активні кислотоутворювачі) та *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. cremoris*, *Leuconostoc lactis* (ароматоутворювальні бактерії). Роль кислотоутворювальних молочнокислих мікроорганізмів полягає в інтенсивному зброджуванні лактози та накопичуванні у сирній масі необхідної кількості молочної кислоти. До складу заквасок також часто залучають мезофільні лактобацили *Lactobacillus casei* та *Lactobacillus plantarum*, які мають здатність до розщеплення гірких пептидів та є антагоністами до бактерій групи кишкових паличок. При збільшенні загальної кількості бактеріальної закваски відбувається підвищення кислотності молока перед зсіданням [16, 20, 26].

У визріванні деяких напівтвердих і м'яких сирів беруть участь аеробні мікроорганізми, що утворюють на поверхні головок сирний слиз. Мікрофлора сирного слизу характеризується сильною ліполітичною та протеолітичною активністю, що й зумовлює специфічний пікантний смак та аромат багатьох сирів. Для визрівання деяких м'яких сирів застосовують різні плісняви, що можуть культивувати на поверхні або всередині сирів. Наприклад, у визріванні сирів Бри і Камамбер бере участь біла пліснява *Penicillium caseicolum*, *Penicillium candidum* та *Penicillium camamberti*, яка споживає молочну кислоту та нейтралізує продуктами життєдіяльності поверхневий шар сиру, що супроводжується розкладанням білків. Такі сири визрівають поступово від кірочки до середини головки.

1.3.4. Умови самопресування м'якого сиру

Пресування м'якого сиру проводять з метою ущільнення сирної маси, видалення залишків вільної (міжзернової) сироватки та утворення замкнутого і міцного поверхневого шару. Пресування здійснюється під дією власної ваги (самопресування) і зовнішнього тиску.

Під час формування та пресування сирної маси мікробіологічні процеси тривають, обсяг мікрофлори збільшується, отже, підвищується активна кислотність сирної маси і відбувається її подальший зневоднення. При цьому температура сиру підтримується в межах 18-20°C. Знижені температури сповільнюють процес молочнокислого бродіння і виділення сироватки, що може негативно позначитися на якості готового продукту [11].

У процесі самопресування необхідно періодично перевертати сирні головки з метою забезпечення рівномірного зневоднення і ущільнення.

Тривалість самопресування визначається видом сиру, технологічними особливостями вироблення сирної маси, обладнанням, що застосовується для пресування, і може коливатися від 20 хв до декількох годин.

Через 15 хв після початку самопресування сири виймають з форм і проводять їх маркування, продовжують самопресування. Закінчення процесу самопресування визначають з припинення виділення сироватки.

Важливою умовою, що впливає на процес пресування, є підтримання температури сирної маси в межах від 16 до 20°C [11, 15].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

Дослідження проводились на приватному акціонерному товаристві «Лакталіс-Миколаїв». ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» розташовано за адресою: вулиця Виноградна, 2, м. Миколаїв, Миколаївська область.

Підприємство є лідером з виробництва кисломолочної продукції в Україні. Основний вид діяльності – переробка молока, виробництво масла та сиру. Асортимент м'яких сирів, що вироблюються на «Лакталіс-Миколаїв», наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Асортимент м'яких сирів виробництва ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв»

№	Найменування продукції	Жирність, %	Маса, кг
1	Сир м'який Камамбер Президент	60%	0,120
2	Сир м'який Брі Президент	60%	0,125
3	Сир м'який Камамбер Президент	60%	0,090
4	Сир блакитний з овечого молока Рокфор Сосьєте	52%	0,100
5	Сир блакитний з овечого молока Рокфор Бараньод Сосьєте	52%	1,350
6	Крем-сир «Intense» Президент	24,5%	0,180
7	Президент «Крем-сир» класичний	24,5%	1,000
8	Президент «Крем-сир» класичний”	24,5%	0,180
9	Президент «Крем-сир» з кропом та петрушкою	18%	0,180
10	Президент «Крем-сир» з ароматом грецького горіха	18%	0,180
11	Сир блакитний Блюд'Овернь Президент	50%	1,300
12	Сир блакитний Блюд'Овернь Президент	50%	0,100
13	Сир свіжий Маскарпоне Гальбані	80%	0,250
14	Сир свіжий Маскарпоне Гальбані	80%	0,500

Виробнича структура ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв» має цехову будову і складається з основного виробництва, яке включає основні та допоміжні цехи та виробничі цехи.

«Лакталіс-Миколаїв» виробляє близько 200 товарів під відомими торговими марками President, Dolce, Lactonia, Lactel, Fanny та LokoMoko. Товари представлені в таких категоріях як сир, молоко, молочні продукти, йогурт і десерти, трав'яні напої. Сьогодні продукція «Лакталіс -Україна» представлена в більшніж 25 країнах світу.

Об'єктом досліджень є аналіз особливостей біотехнології отримання м'якого сиру Брі з пліснявої залежно від умов дозрівання і пастеризації молока.

Предметом даної роботи були фізико-хімічні властивості та склад сирого і пастеризованого за різних умов молока, бактеріальні закваски, м'який сир Брі.

Методи досліджень: склад та фізико-хімічні показники молока: кислотність, що титрується, – титрування лугом, рН – на рН-метрі, кількість мікрофлори – посівом на культуральне середовище; органолептична оцінка сиру.

2.2. Методика виконання роботи

Виконання випускної роботи відбувалося у виробничих умовах ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв».

Для розв'язання поставлених задач нами були використанні дані лабораторних досліджень отриманих в умовах підприємства,

Отримані зразки молока і сиру вивчали з використанням загальноприйнятих методів дослідження. У роботі застосовувалися методи, що дозволяють охарактеризувати хімічний склад, харчову, енергетичну цінність:

- Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови ДСТУ 3662:2018
- Молоко і молочні продукти. Визначення масової частки жиру.

Загальні рекомендації щодо використання методів із застосуванням жиромірів ДСТУ ISO 11870:2007;

- Молоко та молочні продукти. Відбирання проб. Контроль за якісними ознаками ДСТУ ISO 5538:2004;
- Молоко та молочні продукти. Методи визначання густини ДСТУ 6082:2009;
- Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом ДСТУ 8550:2015;
- Молоко та молочні продукти. Методи визначання вологи та сухої речовини ДСТУ 8552:2015;
- Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 1. Метод К'ельдаля ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001);

А також готова продукція у вигляді м'якого сира с пліснявою Брі якій виготовляють на підприємстві згідно ДСТУ 8027:2015 Сири з пліснявою. Загальні технічні умови.

Загальну забрудненість молока і молочних продуктів (КМАФАнМ) визначали за ДСТУ 7357:2013 «Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання».

Проби для мікробіологічного контролювання відбирають у стерильний посуд, використовуючи стерильне устаткування, та накривають стерильними кришками. Після внесення посівного матеріалу в кожну чашку Петрі додавали 10-15 см³ розплавленого й охолодженого до температури 40-45°C поживного середовища, наведеного в ДСТУ 8446:2015 «Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів». Засіяні чашки залишали за температури 18±2°C на чистій горизонтальній поверхні для утворення гелю. Термостатували за температури 30±1°C упродовж 72±2 год.

Підраховували кількість колоній мікроорганізмів у кожному з паралельних посівів одного розведення.

Титрована кислотність за ДСТУ 3662:2018 є критерієм оцінювання якості, санітарно-гігієнічного стану та свіжості молока. Кислотність молока ділять на титровану (загальну), активну (визначається концентрацією H⁺). Титрована

кислотність свіжого молока становить $16-18^{\circ}\text{T}$ – кількість $0,1$ нормального розчину NaOH , необхідна для нейтралізації 100 см^3 молока за наявності індикатора. Кислотність молока виражають в одиницях кислотності (у градусах Тернера) за температури 20°C .

У конічну колбу ємністю $150-200\text{ см}^3$ наливають 10 см^3 досліджуваного молока, 20 см^3 дистильованої та охолодженої до кімнатної температури) води. До суміші додають 3 краплі спиртового розчину фенолфталеїну з масовою часткою 1% . Вміст колби титрують, за постійного перемішування розчином натрію гідроксиду, до появи слабо-рожевого забарвлення, що не зникає впродовж 1 хв та відповідає кольору еталону. Підраховують кількість лугу (см^3), витраченого на титрування. Кількість розчину натрію гідроксиду, витраченого на титрування, помножена на 10 , показує градус кислотності молока ($^{\circ}\text{T}$). Розбіжність між двома паралельними дослідженнями не повинна бути більше 1°T .

Активна кислотність – концентрація вільних іонів H^+ у молоці, виражена в моль/л визначається за ДСТУ 8550:2015. Величина рН молока становить в середньому $6,5-6,6$ і коливається в межах від $6,3$ до $6,9$, що свідчить про слабко-кислу реакцію молока. Показник рН має важливе значення, оскільки від нього залежать стабільність полідисперсної системи молока, збільшення мікрофлори та її вплив на процеси дозрівання сиру, швидкість утворення компонентів, від яких залежать смак і запах молочних продуктів, термостійкість білків молока, активність ферментів. За величиною рН оцінюють якість сирого молока і молочних продуктів.

Густину молока згідно з ДСТУ 6082:2009 вимірюють за допомогою молочного ареометра. Використовують два типи ареометрів: АМТ з термометром і ціною поділки $1,0\text{ кг/м}^3$ та АМ без термометра з ціною поділки $0,5\text{ кг/м}^3$. Густину молока визначають за температури в межах від 15 до 25°C . Якщо температура вище або нижче 20°C , вносять поправку на температуру.

Показники сухої речовини та сухого знежиреного залишку зумовлюють харчову цінність молока, тому їх завжди враховують під час виробництва таких

молочних продуктів, як: сир, масло, кисломолочний сир, молочні консерви та морозиво. Визначання вологи та сухої речовини здійснювали за ДСТУ 8552:2015. Сухі речовини (сухий залишок) являють собою загальну масу речовин, отриманих після висушування наважки молока за температури 102-105°C.

Визначення масової частки жиру за ДСТУ ISO 11870:2007 здійснюється наступним чином. Метод ґрунтується на вивільненні та виділенні жиру із жирових кульок досліджуваної проби молока під дією концентрованої сірчаної кислоти та ізоамілового спирту з наступним центрифугуванням і визначенням його кількості в градуйованій частині бутирометра.

У штатив установлюють необхідну кількість пронумерованих жиромірів. У кожний жиромір відмірюють піпеткою-автоматом 1 см³ сірчаної кислоти, 10,77 см³ добре розмішаного молока, 1 см³ ізоамілового спирту. Заповнені жироміри закривають гумовими корками. Ставлять жироміри у водяну баню (за температури 65-70°C) на 5 хв. після цього центрифугують упродовж 5 хв з швидкістю 1000 об/хв. Після закінчення центрифугування підраховують показники жиру.

Класичний спосіб визначення білка в сировині та готових харчових продуктах – метод К'ельдаля, який є арбітражним методом визначення білка здійснюється за ДСТУ ISO 8968-1:2005 (IDF 20-1:2001). Метод включає в себе кілька основних етапів: пробопідготовку, мінералізацію, дистиляцію і титрування. Гомогенізований зразок молока мінералізується в середовищі концентрованої сірчаної кислоти в присутності каталізатора. Результатом мінералізації є розчин, що містить сульфат амонію. У присутності надлишку лугу NH⁴⁺ перетворюється на NH₃, який можна відокремити від зразка перегонкою з парою. Аміак, кількісно перегнаний з парою, збирається в поглинаючому розчині. Вміст азоту в зразку визначається кількістю поглинутого аміаку. Титрування проводять із використанням кольорових індикаторів або потенціометричним методом [5-7].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Оцінка властивостей молока для виготовлення м'якого сиру

Однією з основних вимог до молока, що використовується для приготування сирів, є відповідність його якості вимогам технічних документів. При прийманні молока визначають фізико-хімічні, органолептичні та мікробіологічні показники. Прийняте молоко очищують на сепараторах-молокоочисниках при $37\pm 3^{\circ}\text{C}$, охолоджують до температури $4-6^{\circ}\text{C}$ і зберігають при цій температурі до моменту використання, але не більше 12 годин. Потім молоко сепарують при температурі $37\pm 3^{\circ}\text{C}$, нормалізують за масовій частці жиру з розрахунком одержання сиру, стандартного за показниками готового продукту, зазначеним у технічних умовах [5]. Для виготовлення сиру Брі вміст жиру в молоці повинен бути не менш ніж 3,6%, титрована кислотність – в межах $18-20^{\circ}\text{T}$. У таблиці 2 наведені показники молока до та після нормалізації.

Таблиця 2

Склад та фізико-хімічні властивості молока

Показник	Молоко	
	Свіже	Нормалізоване
Титрована кислотність, $^{\circ}\text{T}$	$18,8\pm 0,11$	$19,3\pm 0,10$
Активна кислотність, рН	$6,5\pm 0,04$	$6,30\pm 0,01$
Густина, г/см^3	$1028,6\pm 0,30$	$1028,8\pm 0,30$
Суша речовина, %	$12,87\pm 0,34$	$12,89\pm 0,81$
Жир, %	$2,82\pm 0,04$	$3,66\pm 0,03$
Білок, %	$3,24\pm 0,06$	$3,18\pm 0,15$
Лактоза, %	$4,68\pm 0,20$	$4,65\pm 0,16$
Кількість мікрофлори, тис. КУО/ см^3	$94,51\pm 0,14$	$93,89\pm 0,22$

Отримані дані свідчать, що вміст основних складових молока, за виключенням жиру, майже не змінився. Кількість жиру збільшилась за рахунок

додавання вершків через потребу в більш жирному молоці для виготовлення сиру Брі. Певні зміни відбулися з кислотністю: титрована – збільшилась з 18,8 до 19,3°Т, активна – зменшилась на 0,2. Таким чином, можна зробити висновок, що після нормалізації молоко повністю придатне для виготовлення м'якого сиру.

3.2. Вплив температури пастеризації на склад та фізико-хімічні властивості молока

Пастеризація є дієвим засобом знищення патогенних бактерій та шкідливих для сиру мікроорганізмів. При знищенні технічно шкідливої мікрофлори молока та заміні її бактеріальною закваскою чистих культур бактерій у необхідному співвідношенні з'являється можливість одержання відповідного виду сиру.

Вплив режимів теплової обробки на бактеріальне забруднення молока, що використовується для виробництва сиру Брі, наведено на рис. 1.

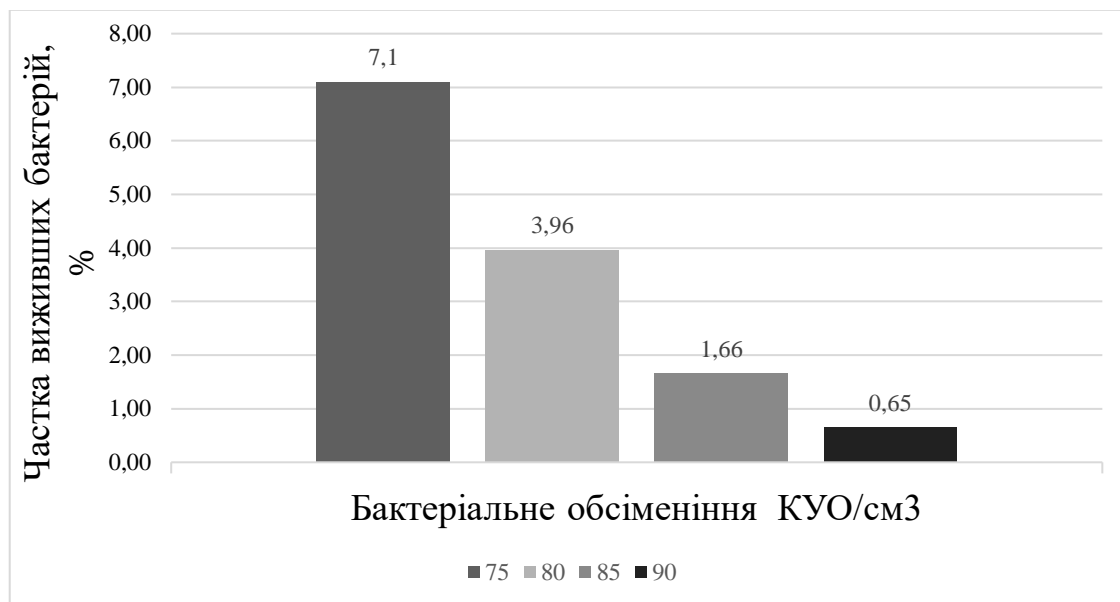


Рис. 1. Вплив режимів теплової обробки на бактеріальне обсіменіння молока

Аналіз отриманих результатів свідчить, що у молоці, пастеризованому при 75°С з витримкою 20 с, вміст бактерій знизився до 6,67 тис. в 1 см³. Подальше підвищення температури сприяло зниженню чисельності мікрофлори

(80°C – 3,72 тис. в 1 см³, 85°C – 1,56 тис. в 1 см³ і 90°C – 0,61 тис. в 1 см³). Таким чином, ефективність пастеризації при температурі 75°C становила 92,90%, за 80°C – 96,04%, 85°C – 98,34% та 90°C – 99,35%.

Головний недолік пастеризації молока полягає у зниженні швидкості відділення сироватки, тобто синеризису. Під час вироблення продукції молоко пастеризують залежно від виду сиру за температури 75-90°C витримкою 20-25 с. Більш підвищенні режими мають значний вплив на склад і властивості молока. Наслідком теплового впливу жорсткішого режиму є зміна технологічних властивостей молока, які необхідно враховувати під час вироблення сирів. У зв'язку з цим було вивчено вплив пастеризації на титровану та активну кислотність (рис. 2, 3).

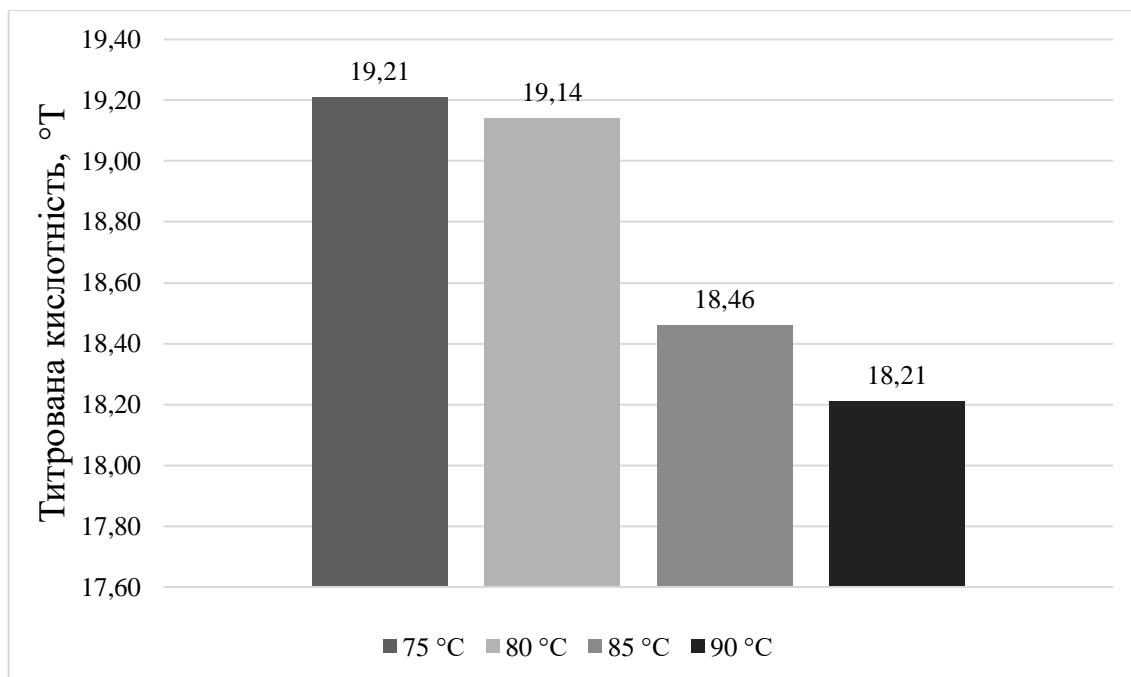


Рис. 2. Вплив температури пастеризації на титровану кислотність

Аналіз результатів досліджень свідчить, що у молоці при зміні температури пастеризації з 75 по 90°C титрована кислотність зменшилась. Це пов'язано з деякими незворотними процесами, що відбуваються в молоці під впливом підвищеної температури. При нагріванні з молока виділяється вуглекислий газ, що знижує титровану кислотність. Частина розчинних кислих

солей (лимоннокислий кальцій, молочнокислий кальцій та інші) переходить у нерозчинний стан.

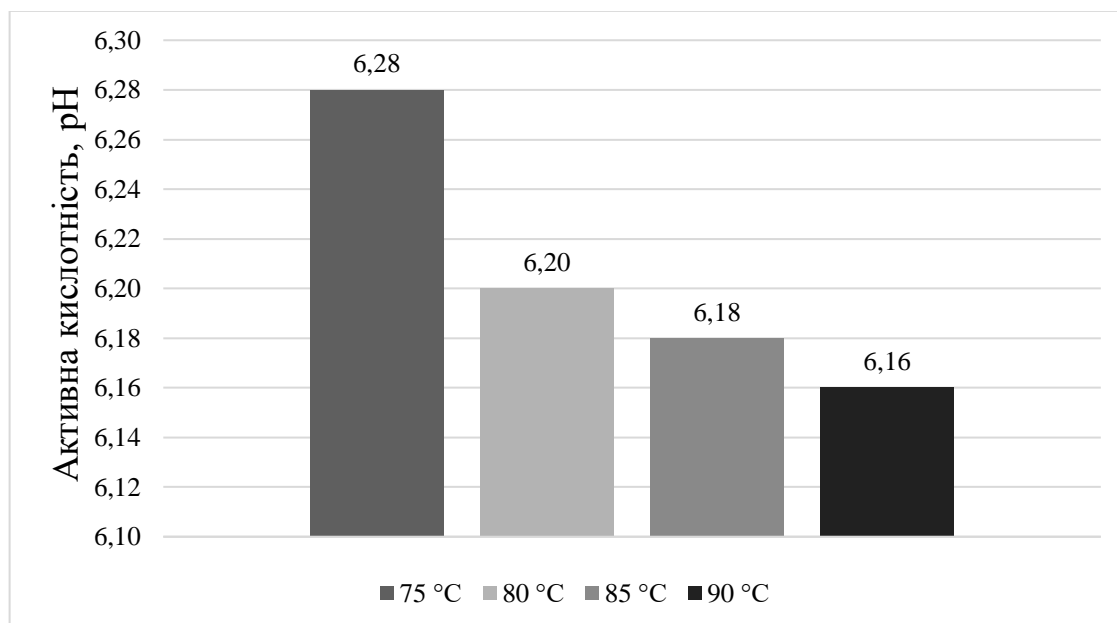


Рис. 3. Вплив температури пастеризації на активну кислотність

Під дією теплової обробки активна кислотність також зменшилась. Основною причиною цього є виділення вільних аніонів водню при переході з гидрофосфатів кальцію в фосфати кальцію.

У таблиці 3 наведено результати, що характеризують зміни, які відбуваються у складі молока під впливом різних температур його теплової обробки.

Таблиця 3

Вплив температури пастеризації на склад молока

Компоненти молока	Температура пастеризації, °C				
	нормалізоване	75,0±0,05	80,0±0,05	85,0±0,05	90,0±0,05
Суша речовина, %	12,89±0,81	12,79±0,34	12,68±0,33	12,35±0,33	12,13±0,32
Жир, %	3,66±0,03	3,66±0,03	3,66±0,13	3,61±0,11	3,58±0,09
Лактоза, %	4,65±0,16	4,68±0,20	4,68±0,20	4,68±0,19	4,68±0,18
Білок, %	3,18±0,15	3,13±0,67	3,08±0,34	3,01±0,12	2,95±0,12

Отримані дані свідчать, що підвищення температури пастеризації призводить до зниження вмісту сухої речовини в молоці з 12,89% до 12,13%. В основному це пов'язано з денатурацією білків і випадінням ряду розчинних солей в осад. Кількість жиру і лактози практично не змінилась, вміст білка зменшився завдяки денатурації.

3.3. Особливості кислотно-сичужного згортання молока

Етап кислотно-сичужного згортання молока, являє собою складний багатофакторний процес. Швидкість згортання, якість отриманого згустку та його придатність для подальшої обробки залежать від складу та властивостей використовуваного молока, кількості та властивостей ферменту та бактеріальної закваски, температурних режимів пастеризації та згортання молока та інших факторів. Результатом цих процесів є склад і властивості отриманого продукту, його органолептичні характеристики, а також ефективність використання компонентів молока [15].

При виробництві м'яких сирів молочний згусток утворюється під дією молокозгортаючих ферментів, але велике значення для формування органолептичних і фізико-хімічних властивостей, притаманних певному виду сиру, має склад використаних заквасок. Молочнокислі бактерії є основною складовою мікрофлори, необхідної для виробництва будь-якого виду натурального сиру. Їх головна дія полягає в продукуванні ферментів, під дією яких відбуваються глибокі біохімічні зміни сирної маси, які призводять до того, що вона набуває специфічного смаку, аромату, формуються консистенція і рисунок. Крім того, молочнокислі бактерії створюють умови, які пригнічують або прискорюють розвиток шкідливої і патогенної мікрофлори. В процесі виробництва сиру вони прискорюють синерезис молочних згустків за рахунок підкислення середовища внаслідок зброджування лактози до молочної кислоти. На склад та вихід м'яких сичужних сирів суттєво впливають показники закваски, що використовуються для біотехнологічної обробки молока, а також режими пастеризації молока [16, 20].

Для виробництва м'якого сиру Брі був використаний синбіотичний комплекс, що включає змішані культури мезофільних молочнокислих лактококків *Lactococcus lactis*, *Lactococcus sdiacetilactis*, *Lactococcus cremoris* та *Lactobacillus acidophilus*. В якості молокозгортаючого компоненту застосовували порошок сичужного ферменту [27].

На сичужне та кислотне згортання молока суттєвий вплив має температура, при якій здійснювалась пастеризація молока. Для дослідження цієї залежності була проведена оцінка не лише тривалості згортання молока, а й характеристика отриманого згустку і сироватки, що утворюється.

Необхідну кількість ферментного препарату розчиняли у пастеризованій (при температурі не нижче 95°C) та охолодженій до температури 32-36°C воді з розрахунку 1,5-2,5 грама препарату (активність 100 тис. од.) на 100-200 см³. У підготовлене молоко вносили водний розчин ферменту. Протягом 3-5 хвилин молоко перемішували, потім залишали у спокої для утворення однорідного згустку. Тривалість згортання складала від 20 до 40 хвилин (табл. 4).

Таблиця 4

**Вплив температури пастеризації на тривалість сичужного згортання
молока**

Температура обробки, °C	Тривалість згортання, хв
Нормалізоване молоко	15±0,60
75,0±0,5	20±0,81
80,0±0,5	31±0,27
85,0±0,5	45±1,19
90,0±0,5	72±1,33

Аналіз даних, представлених у таблиці 4, свідчить про те, що якщо процес утворення сичужного згустку із сирого молока займав 15 хвилин, то утворення згустку з пастеризованого молока збільшувалося і при 90°C становило більше 70 хвилин. Збільшення тривалості сичужного згортання молока під впливом підвищення температур пастеризації є наслідком змін, що

відбуваються в ньому. В основному це пов'язано зі зміною сольового складу молока та комплексоутворенням денатурованих сироваткових білків.

Характеристика одержаних сичужних згустків та сироватки наведена в таблиці 5.

Таблиця 5

Характеристика сичужних згустків та сироватки залежно від режимів теплової обробки молока

Температура пастеризації, °С	Характеристика	
	згустку	сироватки
Нормалізоване молоко	щільний	зеленувато-жовта, прозора
75,0±0,5	щільний	зеленувато-жовта, прозора
80,0±0,5	щільний	зеленувато-жовта, прозора
85,0±0,5	в'ялий	жовтувато-зелена, каламутна
90,0±0,5	в'ялий, пластівцевий	жовтувато-зелена, каламутна

Встановлено, що температура пастеризації молока при 75 і 80°C дозволила отримати щільний згусток, що виділяє прозору сироватку зеленувато-жовтого кольору. Вища температура обробки молока (85 і 90°C) призводила до погіршення структури згустку, а сироватка при цьому ставала каламутною.

Вплив температури теплової обробки на кислотне згортання молока мав дещо іншу спрямованість. Тривалість процесу мало залежала від температури пастеризації. Однак якісні показники кислотних згустків мали суттєві відмінності, представлені в таблиці 6.

Наведені дані свідчать про те, що при кислотному зсіданні молока кращі за структурою і щільністю згустки отримані у випадках з підвищеною температурою пастеризації молока (85 і 90°C). Кислотне згортання нормалізованого молока, а також молока, що пройшло низькотемпературну пастеризацію, призводить до утворення слабких, в'ялих згустків, що виділяють

каламутну сироватку. Відмінності якості згустків пов'язані з бактеріальним обсіменінням молока.

Таблиця 6

Характеристика згустків та сироватки при кислотному зброджуванні залежно від режимів теплової обробки молока

Температура пастеризації, °С	Характеристика	
	згустку	сироватки
Нормалізоване молоко	В'ялий, слабкий, неоднорідний, з наявністю пластівців	Білувата, каламутна
75,0±0,5	в'ялий, пластівцевий	світло-жовта, каламутна
80,0±0,5	в'ялий, слабкий	жовтувато-зелена, каламутна
85,0±0,5	щільний, однорідний	жовтувато-зелена, прозора
90,0±0,5	щільний	зеленувато-жовта, прозора

За низьких температур пастеризації в молоці залишається підвищена кількість мікрофлори сирого молока, яка згодом бере участь в утворенні згустку. Частина мікрофлори є газоутворюючою. Розвиваючись у молоці під час його кислотного згортання, вона виділяє газ, який руйнує структуру згустку, що утворюється. З підвищенням температури пастеризації кількість такої мікрофлори у молоці знижується, тим самим зменшується її вплив на процес згусткоутворення.

Була досліджена роль температурного фактора у процесі згортання молока. Наведені дані, що характеризують тривалість зсідання молока при температурі 25, 35 та 45°C за інтервалом доз ферменту від 0,5 до 3,0 г на 100 кг молока для одного вмісту бактеріальної закваски – 3,0% (табл. 7).

З зростанням температури процес згортання молока прискорюється. При підвищенні температури з 25 до 35°C – в середньому на 18-20%, зі збільшенням температури з 35 до 45°C – в середньому на 10-12%.

Таблиця 7

Вплив температури на тривалість згортання молока

Доза ферменту, г на 100 ке молока,	Тривалість зсідання молока (хв.) за різних температур, °С		
	25	35	45
0,0	–	391	315
0,5	200	168	146
1,0	100	90	74
1,5	66	54	48
2,0	50	40	34
2,5	40	36	30
3,0	33	30	25

Суттєве скорочення процесу зсідання молока спостерігається при внесенні ферменту в кількості від 2,0 до 3,0 г на 100 кг молока за різних температур. Оптимальною можна вважати температуру 35°C і масу ферменту – 3 г на 100 кг молока.

Основою виробництва м'яких сичужних сирів є згортання молока. Воно відбувається під впливом двох агентів (молокозгортаючий фермент та бактеріальна закваска). Розглядали їх спільний вплив на інтенсивність та спрямованість процесу. Варіюючи дози ферменту (від 0 до 3 г на 100 кг молока) та закваски (від 0 до 6%), визначали тривалість згортання молока, кислотність одержаного згустку, кількість сироватки, що виділилася при обробці згустку, а також вміст у сироватці сухих речовин. Дані, що характеризують вплив кількості бактеріальної закваски на тривалість згортання молока за різних рівнів молокозгортаючого ферменту, що вноситься, наведені в таблиці 8.

Найбільш суттєві зміни при виробництві сирів відбуваються під час процесів зсідання білків молока і відділення сироватки із згустку. Тому при виробництві сирів важливу роль відіграють молокозгортаючі препарати, які поряд з коагуляцією білків молока стимулюють розвиток молочнокислих бактерій закваски, які перетворюють лактозу у молочну кислоту. А їх ферменти здійснюють подальший гідроліз всіх складових частин сирної маси.

Таким чином, молокозгортаючий фермент відноситься до найважливіших компонентів в технології виробництва натуральних сирів, тому що впливає на:

- характер утворення згустку;
- становлення і формування сирного зерна;
- відділення сироватки, втрати білка і жиру з сироваткою;
- спрямовано регулює протеолітичні процеси у сирі при його визріванні.

Таблиця 8

Вплив дози ферменту на тривалість зсідання молока для різних рівнів закваски (температура 35°C)

Доза ферменту, г на 100 кг молока	Тривалість згортання молока (хв.) за різних кількостях закваски, %		
	0,0	3,0	6,0
0,0	-	391	315
0,5	211	168	145
1,0	105	90	71
1,5	64	54	45
2,0	51	40	35
2,5	40	36	32
3,0	34	30	26

Як свідчать отримані дані, оптимальною дозою ферменту є 3 г на 100 кг молока, а концентрація закваски становить 3%. За таких умов тривалість заквашування молока складає 30 хвилин.

Внесення молокозсідаючого ферменту з розрахунку 0,5 г на 100 кг молока прискорило процес згортання в середньому у 2,5 рази порівняно з відповідними варіантами без ферменту, а 1,5 г на 100 кг молока – у середньому у 7,5 рази. З таблиці видно, що внесення 3,0 % закваски прискорювало процес згортання молока для рівня ферменту загалом на 15 % (варіації від 9 до 20%), а внесення 6,0% закваски – на 27% (варіації від 24 до 30%).

Коагуляція білків молока є одним з найбільш важливих етапів в процесі виробництва сирів. Сичужне зсідання білків молока або сичужна коагуляція казеїну носить незворотній характер і включає дві стадії – ферментативну і коагуляційну.

Під дією сичужного ферменту відбувається агрегування часточок параказеїну і утворення згустку.

Основою цього процесу є первинна протеолітична реакція, яка викликає коагуляцію казеїну під дією молокозгортаючого ферменту. Внаслідок цієї реакції утворюються пептиди, які є субстратами в інших протеолітичних реакціях, що відбуваються при визріванні сиру під дією ферментів молочнокислої мікрофлори бактеріальних заквасок. Отримання сирів високої якості тісно пов'язано з інтенсивністю і спрямованістю цих ферментативних перетворень сирної маси, внаслідок яких готовий продукт набуває характерний для кожного виду сиру смак і аромат [12].

В якості молокозгортаючого препарату широко використовують сичужний фермент, що містить два активні компоненти – хімозин і пепсин, в складі якого переважає вміст хімозину. Він володіє високою специфічністю по відношенню до білка молока і має мінімальну здатність до протеолізу. Хімозин сичужного ферменту викликає первинний розклад параказеїнат-кальцій-фосфатного комплексу на фрагменти з великою молекулярною масою.

Позаклітинні і внутрішньоклітинні ферменти молочнокислих бактерій діють в основному на продукти розкладу параказеїну. При спільній дії на білкимолока сичужного ферменту і бактеріальних ферментів ефективність кожного з них посилюється. Але провідна роль у ферментативному розпаді білків сирної маси належить молочнокислим бактеріям. Тому для прискорення визрівання сирів необхідно використовувати закваски, до складу яких входять культури з високою протеолітичною активністю [21].

3.4. Вплив умов дозрівання молока на органолептичні показники м'якого сиру

Розмноження мікроорганізмів на стадії дозрівання молока може суттєво змінювати його властивості. Головна роль тут належить молочнокислим бактеріям. Поступово розвиваючись, вони викликають зміни фізико-хімічних та колоїдних властивостей молока. У молоці підвищується кислотність, що титрується, знижується величина рН, збільшується буферна ємність і середній

діаметр частинок казеїну. Частина кальцієвих та фосфорнокислих солей переходить у розчинний стан, знижуються вміст кисню та рівень окисно-відновного потенціалу, руйнуються природні антибактеріальні системи молока, збільшується кількість пептидів та вільних амінокислот. Все це створює сприятливі умови для подальшого зростання заквасочної мікрофлори та дії молокозгортаючих ферментів [26].

Результати досліджень щодо вивчення змін властивостей нормалізованого молока в процесі його дозрівання з додаванням закваски при температурі $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ наведено в таблиці 9.

Таблиця 9

Властивості молока на різних етапах дозрівання

Тривалість дозрівання молока, год	Титрована кислотність, $^{\circ}\text{T}$	Активна кислотність, рН	Вміст сухої речовини у сироватці, %
0	$19,0\pm 0,3$	6,54	6,81
24	$21,4\pm 0,5$	6,45	6,32
48	$22,6\pm 0,2$	6,36	6,28
72	$23,2\pm 0,3$	6,30	6,57

Витримання молока при зниженій температурі призвело до наростання кислотності, що титрується. За першу добу дозрівання величина приросту кислотності, що титрується, склала $2,4^{\circ}\text{T}$, за дві доби – $3,6^{\circ}\text{T}$ і за три доби – $4,2^{\circ}\text{T}$.

Відбулася зміна активної кислотності молока. Її величина знизилася з 6,54 до 6,30 одиниці рН.

Дозрівання молока сприяло кращому використанню його складових компонентів, про що свідчать дані щодо вмісту у сироватці сухих речовин. Сироватка, виділена зі згустку, отриманого при зсіданні молока, містила 6,81% сухих речовин (ефективність їх використання дорівнювала 52,83%). Дозрівання молока протягом 24 годин призвело до зниження вмісту сухих речовин у сироватці до 6,32%, а протягом 48 годин – до 6,28% (ефективність використання сухих речовин відповідала 49,03 та 48,72 %).

Зміни властивостей молока, що відбуваються під час дозрівання, є наслідком змін усієї його системи. Насамперед це зміни розмірів міцел казеїну, збільшення кількості розчинних солей кальцію, збільшення кількості молочної кислоти та ін.

Здійснювалась оцінка органолептичних показників сиру, отриманого за різними варіантами (рис. 4).

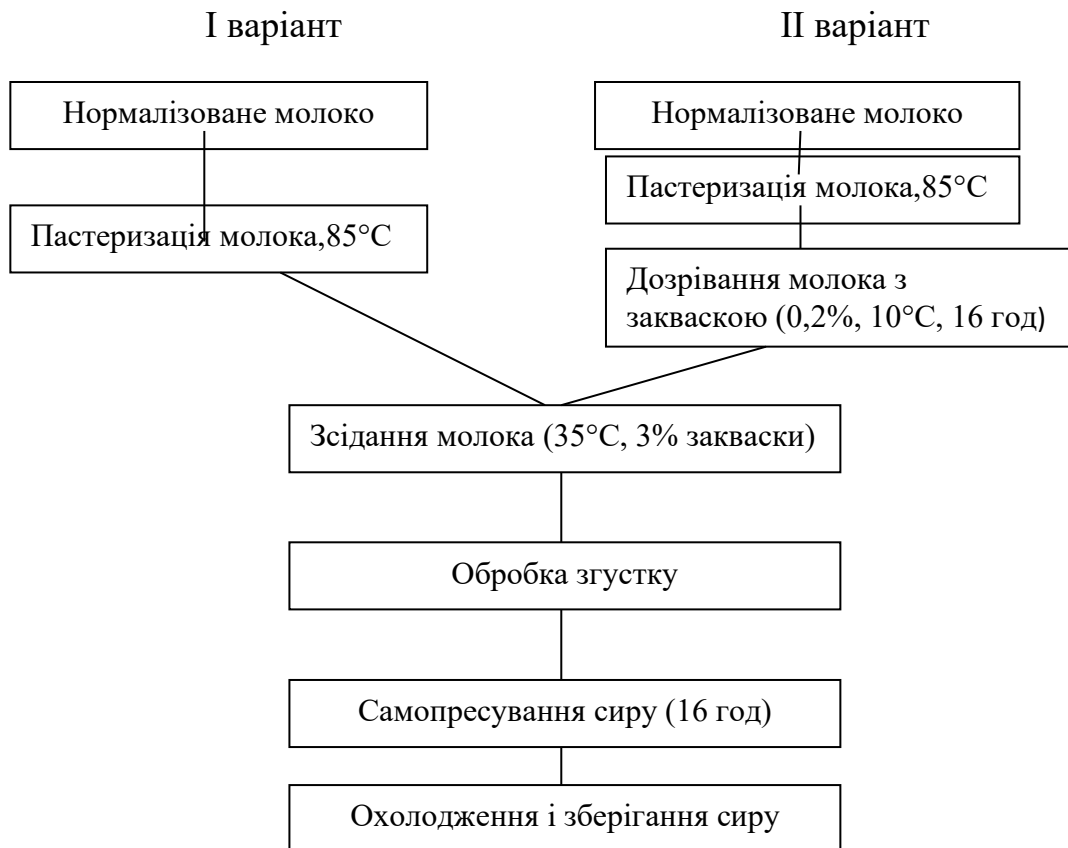


Рис. 4. Схеми отримання м'якого сиру

Виготовлення сиру за I варіантом не передбачає процесу дозрівання молока. У II варіанті процес дозрівання відбувається одночасно з внесенням частини закваски.

Визначення вмісту бактерій (КУО в см³) свідчить, що в нормалізованому молоці після пастеризації містилося 93,89 тис. бактерій в 1 см³, після дозрівання молока в присутності 0,2% закваски їх кількість збільшилась до 15,6 млн, а внесення 3% закваски на стадії зсідання молока сприяло утворенню 6200 млн

бактерій. В той же час, при дослідженні кількості бактерій в молоці без дозрівання (I варіант), показник КУО після внесення 3% закваски склав 520 млн, що більш, ніж в 10 разів нижче порівняно з II варіантом.

Також була проведена органолептична оцінка зразків отриманого за двома варіантами м'якого сиру (табл. 10).

Таблиця 10

Органолептична оцінка сирів

Варіант	Смак, запах		Консистенція		Загальний бал
	Характеристика	Бал	Характеристика	Бал	
I	кислий, трохи гіркуватий	12,3	задовільно, згусток мажеться	7,2	19,5
II	Кисломолочний	14,5	добре, згусток щільний	9,0	23,5

Сир першого варіанту мав кислий, злегка гіркуватий смак і запах, а також задовільну консистенцію. Загальна оцінка дорівнювала 19,5 бала.

Застосування дозрівання пастеризованого молока із закваскою (другий варіант) суттєво вплинуло на покращення якості сиру. Він характеризувався вираженим кисломолочним смаком та запахом та доброю консистенцією, що визначило оцінку сиру 23,5 бала.

3.5. Умови внесення плісняви *Penicillium Candidum* при виготовленні сиру Брі

Біла пліснява *Penicillium Candidum* у природі зустрічається лише на сирах, застосовується при виробництві сиру Брі. Пліснява сприяє дозріванню сиру – перетворює білки молока, розщеплює на більш дрібні частини, завдяки чому сир стає м'яким, ніжним; перетворює молочну кислоту – сир втрачає кислуватий смак; частково розщеплює молочний жир. Також пліснява, завдяки виділенню в результаті життєдіяльності природних антибіотиків, захищає сир від псування – від іншої, хвороботворної плісняви та бактерій.

При виробництві сиру Брі можливо застосовувати різні варіанти внесення препарату нитчастих грибів *Penicillium Candidum*. Готують рідкий концентрат плісняви (3-5 од. на 1000 дм³), який змішують з розчином молокозсідального ферменту і отриману суміш вносять при перемішуванні до зрілого молока температурою 35-36°C. Протягом 20 хв. утворюється згусток, який з часом (30-35 хв.) ущільнюється. Отриманий згусток подрібнюють і перемішують, віддаляють частину сироватки, оброблений згусток із залишком сироватки виливають у форми, де з нього за рахунок самопресування формується сир. Самопресування триває від 12 до 18 год., за цей час сир перевертають 3-5 разів. Потім здійснюють соління сиру, його обсушування і спрямовують на визрівання протягом 3-4 тижнів. У процесі визрівання головки сиру обростають характерною білою пліснявою [27, 19].

Однак, крім традиційного способу отримання сиру Брі, можливо застосовувати додаткову обробку сиру рідким розчином препарату грибів *Penicillium Candidum* за рахунок обприскування головок сиру в процесі самопресування. Такий варіант дозволяє прискорити процес утворення плісняви на поверхні сиру, в процесі його дозрівання шар плісняви рівномірно розташовується по головці сиру, набуває бархатистості і при зберіганні утворює ніжну скоринку.

3.6. Технологічна схема отримання сиру Брі

З урахуванням технологічних особливостей виготовлення сиру Брі можна виділити основні етапи, пов'язані з регулюванням активності молочнокислого процесу при формуванні продукту: нормалізацію молока, пастеризацію, внесення закваски, водного розчину хлориду кальцію, ферментного препарату та плісняви, згортання суміші, самопресування, формування, посолку, обсушування, нанесення плісняви, дозрівання та упаковку (рис. 5).

Нормалізація молока: вміст жиру – 3,6%, вміст білка – 2,8-3,2%, густина не меншок 1028 г/см ³
Пастеризація 75°C з витримкою 20 с., температура охолодження 40°C
Дозрівання молока з закваскою 0,2%, 10°C, 16 год.
Внесення закваски 3,0%; титрована кислотність 21-23 °Т
Внесення хлориду кальцію із розрахунку 15-40 г безводної солі на 100 кг молока, перемішування, витримка 40-60 хв.
Підготовка суміші розчину ферменту (3 г на 100 кг молока) з рідким препаратом плісняви <i>Penicillium Candidum</i>
Внесення суміші ферменту з препаратом <i>Penicillium Candidum</i> у ванну з молоком, температура 35-36°C, перемішування
Утворення згустку протягом 20-25 хв., ущільнення згустку 35 хв., його подрібнення та витримка протягом 35 хв для відділення сироватки
Злив сироватки в кількості 50% і випуск зерна у форми
Самопресування 12-18 год., за цей час сир перевертають 3-5 разів
Соління у розсолі з концентрацією від 16 до 18%, температура 14-15°C, 50-60 хв.
Обприскування головок сирів розчином плісняви
Обсушування сирів після розсолу 3-5 діб температура 11-14°C, відносній вологості повітря 85%. Під час обсушування сир перевертають
Визрівання у камері за температури від 12 до 14 °C та відносній вологості повітря 95% протягом 8-9 діб
Вкрити білою пліснявою головку сирів загортають у металізований папір, переміщують у холодильну камеру, температура 4-6°C, вологість повітря 85-90% і витримують 18-20 діб до кондиційної зрілості

Рис. 5. Технологічна схема отримання сирів Бри

Аналіз результатів послідовності проведення етапів виробництва сиру Брі показує, що незалежно від способу підготовки молока до зсідання, кількість молочнокислої мікрофлори збільшується в процесі дозрівання та зберігання сиру. Однак інтенсивність її розвитку суттєво зростає при дозріванні молока з добавкою бактеріальної закваски. А органолептичні показники готового сиру покращуються при використанні додаткової обробки головок сиру розчином цвілевих грибів *Penicillium Candidum*.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є важливою складовою сфери діяльності будь-якого підприємства або організації. Її ціллю є забезпечення безпечних і здорових умов праці для працівників, запобігання нещасним випадкам на робочому місці та професійним захворюванням.

Україна визнає охорону праці як пріоритет і ставить перед власниками підприємств завдання створити сприятливі і безпечні умови праці. Це означає, що охорона праці має переважати над результатами виробничої діяльності. Система управління охороною праці (СУОП) є важливою складовою впровадження заходів з охорони праці на підприємстві. Вона включає в себе органи управління, які здійснюють діяльність з планування, координації і контролю за дотриманням вимог охорони праці. Органи управління СУОП повинні виконувати свої функції і методи управління з метою забезпечення безпеки працівників. Мета управління охороною праці полягає у збереженні здоров'я та працездатності людини під час праці, покращенні виробничого середовища і запобіганні нещасним випадкам та професійним захворюванням. Об'єктом управління є діяльність підрозділів та всього колективу підприємства, які відповідають за створення безпечних умов праці. Управління охороною праці здійснюють керівники на різних рівнях: на рівні підприємства, виробничих ділянок та служб. Керівник підприємства забезпечує функціонування СУОП на своєму підприємстві і відповідає за дотримання вимог охорони праці. Важливою складовою охорони праці є підприємницька культура, яка сприяє формуванню свідомого ставлення до безпеки і здоров'я працівників [14].

Місце заходів з охорони праці на підприємстві відіграє особливо важливе значення в плані соціально-економічного розвитку підприємства, оскільки дозволяє захистити працівників від різних несприятливих факторів, що впливають на їх здоров'я і життєдіяльність, а також дозволяє запобігти

настанню нещасних випадків і аварій і тим самим економити кошти на ліквідацію їх наслідків.

Основні положення на підприємстві з охорони праці містять такі законодавчі акти:

- Конституція України,
- Закони України «Про охорону праці».

Цей Закон визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні [3].

Умови праці та її організація справляють значний вплив на ставлення працівників до роботи. До основних характеристик умов праці у структурних підрозділах підприємства відносять:

- режим роботи, наявність перерв та їх тривалість;
- освітленість робочих місць;
- наявність необхідної обчислювальної оргтехніки, кондиціонерів та іншого обладнання робочих місць;
- наявність їдалень, буфетів та рівень їх обслуговування;
- рівень медичного обслуговування; наявність та обладнання місць відпочинку тощо.

Опосередковано впливають на умови праці елементи соціальної інфраструктури: житлово-побутові умови, місце проживання працівників, розвиток транспортних мереж. Соціальні чинники корелюються з виробничими, серед яких рівень оплати праці, виробничої самостійності, можливість впливати на рішення стосовно процесу праці, взаємовідносини у трудовому колективі, стиль керівництва тощо. Удосконалення умов праці, приведення їх у відповідність до потреб і здібностей працівників, підвищення їх

кваліфікації сприяють зростанню рівня творчого ставлення до праці. Умови праці є показником рівня соціального розвитку підприємства.

Закони України «Про охорону здоров'я» визначають правові, організаційні, економічні та соціальні основи охорони здоров'я в Україні, регулюють суспільні відносини у цій галузі, з метою забезпечення гармонійного розвитку фізичних і духовних сил, високої працездатності і довголітнього активного життя громадян, усунення факторів, що шкідливо впливають на їх здоров'я, запобігання захворюваності, інвалідності, смертності, зниження їх рівня і поліпшення спадковості [1].

Здоров'я робітників, рівень їх знань і культури, досвіду, здібностей, рівень професіоналізму впливають на результати праці й належать до важливих характеристик соціального розвитку підприємства та соціальної активності трудового колективу.

Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Закон «Про пожежну безпеку» визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України, регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності [2, 4].

Спеціальними законодавчими актами в галузі охорони праці є Державні нормативні акти про охорону праці, Державні стандарти Системи стандартів безпеки праці, Будівельні норми і правила, Санітарні норми, Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів та інші нормативні документи.

ВИСНОВКИ

1. Процес пастеризації молока має надзвичайно важливий вплив на його властивості, а саме: бактеріальна забрудненість молока знижується з 93,89 до 6,67-0,61 тис. в 1 см³ залежно від температури: також при збільшенні температури пастеризації спостерігається зменшення титрованої та активної кислотності на 1°Т та 0,12 од. відповідно.

2. На сичужне та кислотне згортання молока суттєвий вплив має температура, при якій здійснювалась пастеризація молока. Процес утворення сичужного згустку із сирого молока займав 15 хвилин, утворення згустку з пастеризованого молока збільшувалося і при 90°С становило більше 70 хвилин. При кислотному згортанні молока тривалість процесу мало залежала від температури пастеризації.

3. Суттєве скорочення процесу зсідання молока спостерігається при внесенні ферменту в кількості 3,0 г на 100 кг молока і концентрації закваски 3% за температури 35°С. За таких умов тривалість заквашування молока складає 30 хвилин..

4. Застосування дозрівання пастеризованого молока із закваскою в кількості 0,2% суттєво вплинуло на покращення якості сиру. Він характеризувався вираженим кисломолочним смаком та запахом та доброю консистенцією, що визначило оцінку сиру 23,5 бала.

5. Крім традиційного способу отримання сиру Брі, коли рідкий концентрат плісняви (3-5 од. на 1000 дм³) змішують з розчином молокозсідального ферменту і отриману суміш вносять при перемішуванні до зрілого молока температурою 35-36°С, можливо застосовувати додаткову обробку сиру рідким розчином препарату грибів *Penicillium Candidum* за рахунок обприскування головок сиру в процесі самопресування. Такий варіант дозволяє прискорити процес утворення плісняви на поверхні сиру, в процесі його дозрівання шар плісняви рівномірно розташовується по головці сиру, набуває бархатистості і при зберіганні утворює ніжну скоринку.

6. Розроблено технологічну схему отримання м'якого сиру Брі. Доведено, що інтенсивність розвитку молочнокислої мікрофлори суттєво зростає при дозріванні молока з добавкою бактеріальної закваски. А органолептичні показники готового сиру покращуються при використанні додаткової обробки головок сиру розчином цвілевих грибів *Penicillium Candidum*.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. У виробництві м'якого сиру Брі доцільно застосування синбіотичного комплексу, що включає змішані культури мезофільних молочнокислих лактококків *Lactococcus lactis*, *Lactococcus sdiacetilactis*, *Lactococcus cremoris* та *Lactobacillus acidophilus*. В якості молокозгортаючого компоненту використовувати порошок сичужного ферменту.

2. В процесі виробництва сиру Брі пропонуємо застосовувати схему, в якій передбачено пастеризація молока при температурі 75°C, дозрівання молока з закваскою в концентрації 0,2%, додаткова обробка головок сиру препаратом пліснявих грибів *Penicillium Candidum*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи законодавства України про охорону здоров'я : Закон України від 19.11.1992 р. № 2801-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2801-12#Text>.
2. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>.
3. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.
4. Про пожежну безпеку : Закон України від 17.12.1993 р. № 3745-ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3745-12#Text>.
5. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови. Чинний від 2019-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2018. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77350.
6. ДСТУ 4395:2005. Сири м'які. Чинний від 2006-07-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 7 с. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4395-2005.pdf.
7. ДСТУ 8027:2015. Сири з пліснявою. Загальні технічні умови. Чинний від 2017-01-01. Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81113.
8. Байдакова Л. І., Ягелюк С. В., Байдакова І. М. Експертиза товарів : підруч. для студ. ВНЗ. Київ : Слово, 2014. 389 с.
9. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
10. Величко А. Є., Кухарук Р. М., Маслова І. В., Пухлякова М. В. Стан та перспективи розвитку ринку молока та молочних продуктів України. *Агросвіт*. 2021. № 16. С. 62-68.

11. Власенко В. В., Головка М. П., Семко Т. В., Головка Т. М. Технологія молока та молочних продуктів : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2018. 166 с.
12. Власенко В. В., Семко Т. В., Соломон А. М., Бондар М. М. Закваски і їх види у сировиробництві. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Сер. : Харчові технології.* 2019. Т. 18. № 2. С. 157-160. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuftech_2019_18_2_35.
13. Калмикова Г. Ф. Зберігання сирів з ферментацією сирної маси. *Продовольча індустрія АПК.* 2013. № 4. С. 12-15.
14. Основи охорони праці : підруч. 2-е вид., допов. та перероб. / за ред. К. Н. Ткачука, М. О. Халімовського. Київ : Основа, 2006. 448 с.
15. Поліщук Г. Є., Бовкун А. О., Колеснікова С. С. Технологія сиру : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2009. 151 с.
16. Рябченко Н. Особливості виробництва м'яких сирів. *Продукты & ингредиенты.* 2013. №8. С. 26-28. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13843>.
17. Семенда Д. К., Корман І. І., Семенда О. В. Оцінка кон'юнктури та споживчих переваг на ринку сиру України. *Агросвіт.* 2022. № 3. С. 77-88
18. Сир бри корисні властивості. *Design-Orbita.* URL: <https://design-orbita.com.ua/?p=4024>.
19. Сир Бри, опис та характеристики, історія та способи приготування – Вести Їжа. *Вести Еда.* URL: <https://food.vesti.ua/uk/syr-bri-opisanie-i-harakteristiki-istoriya-i-sposoby-prigotovleniya-vse-pro-syr/>.
20. Сливка І. М., Цісарик О. Й., Мусій Л. Я. Технологія м'якого сиру типу Камамбер з різними бактеріальними препаратами. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Сер. : Харчові технології.* 2020. Т. 22. № 94 С. 71-79.
21. Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця: РВВ ВНАУ. 2020. 312 с.

22. Харчова хімія : навч. посіб. / В. В. Євлаш та ін. Харків : Світ книг, 2012. 504 с.
23. Чим корисний бри сир. URL: <https://eco chic.com.ua/chim-korisnij-bri-sir/>.
24. A Brief History of Cheese [essay]. *Fermentology*. URL: <https://fermentology.pubpub.org/pub/boc0yude/release/1>.
25. Androuët de P., Chabot Y., Bernini G. Le brie , histoire et légendes / fabrication et gastronomie. URL: <https://www.amazon.fr/histoire-l%C3%A9gendes-fabrication-gastronomie-Androu%C3%ABt/dp/B00GGDBHJS>.
26. [Coelho](#) M. C., [Malcata](#) F. X., [Silva](#) C. C. G. Lactic Acid Bacteria in Raw-Milk Cheeses: From Starter Cultures to Probiotic Functions. *Foods*. 2022. № 11. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9368153/>.
27. CXS 277-1973. Standard for brie. Formerly codex stan C-34-1973. Adopted in 1973. Revised in 2007. Amended in 2008, 2010, 2018, 2019. URL: <http://surl.li/hlpqq>.